

№ \_\_\_\_\_  
экзаменационного  
листа



Шифр \_\_\_\_\_



№ 06  
варианта

63-26-17-40  
(133.6)



Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Факультет Физический

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА НА ОЛИМПИАДЕ ШКОЛЬНИКОВ «РОБОФЕСТ»


по Физике

(указать по какому предмету)

№ группы У9А

Беспалова Иванна Андреевна

Дата проведения Олимпиады 10.03.18

Подпись участника 

Никакие другие записи на титульном листе делать не разрешается

Оценка (46)

64

63-26-17-40

(133.6)

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова



РОБОФЕСТ  
ЗДЕСЬ СОБИРАЮТ БУДУЩЕЕ

	1	2	3	4	Σ
В	10	8	10	8	36
З	4	15	6	3	28
	<del>10</del>	<del>15</del>	<del>6</del>	<del>3</del>	

Получены 64 балла

Σ 64

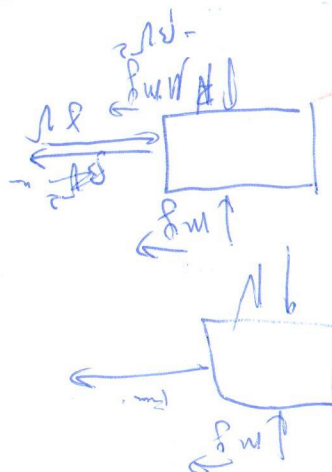
$$10 \mu = \frac{m}{\sqrt{1.5}} \cdot \sqrt{0.32}$$

$$a_{max} = \frac{m g \cdot \sqrt{0.32}}{m} = \sqrt{0.32} \cdot g$$

$$\frac{m g \cdot \sqrt{0.32}}{m} = \sqrt{0.32} \cdot g$$

$$g \cdot \sqrt{0.32} = \sqrt{0.32} \cdot g$$

$$g \cdot \sqrt{0.32} = \sqrt{0.32} \cdot g$$

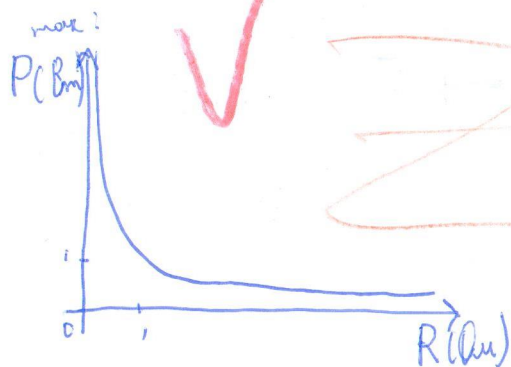


Подписывать лист-вкладыш не разрешается



Исходник  
 13 (Пирин)

П.н.  $P = \frac{U^2}{R}$ , а  $U = \text{const}$  (по условию), то график  $P(R)$  будет выглядеть



13 (Задача)

П.н.  $t$  повышается  $t_m$  больше, чем окружающая температура, и при понижении  $t$  сопротивление, а темп уменьшается всё больше и больше, можно заметить, что мощность нагревания обратно пропорц. длине рабочей части резистора.  $P \sim \frac{1}{x}$

Дано:

$$t_1 = 25^\circ\text{C}$$

$$x_1 = 0,75$$

$$t_2 = 18^\circ\text{C}$$

$$x_2 = 0,5$$

$$t_3 = 9^\circ\text{C}$$

Найти:

$$x_3 = ?$$

$P \sim \frac{1}{x}$  (см. выше), рассмотрим 1-й случай

$$1) \frac{P_1}{P_2} = \frac{x_2}{x_1}$$

$P = k \Delta T$ , т.е. мощность нагревания пропорциональна разности температур и сопротивлению резистора.

$$\Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{t_m - t_1}{t_m - t_2}$$

$$x_2 t_m - x_2 t_2 = x_1 t_m - x_1 t_1$$

$$t_m (x_2 - x_1) = x_2 t_2 - x_1 t_1$$

$$t_m (x_1 - x_2) = x_1 t_1 - x_2 t_2$$

$$1) t_m = \frac{x_1 t_1 - x_2 t_2}{x_1 - x_2}$$

$$2) \frac{P_1}{P_3} = \frac{x_3}{x_1} \Rightarrow \frac{x_3}{x_1} = \frac{t_m - t_1}{t_m - t_3} \Rightarrow x_3 = \frac{x_1 (t_m - t_1)}{t_m - t_3}$$



$$② \quad x_3 = \frac{x_0 \left( \frac{x_1 t_1 - x_2 t_2}{x_1 - x_2} - t_1 \right)}{\frac{x_1 t_1 - x_2 t_2}{x_1 - x_2} - t_3}$$

$$[x_3] = \begin{bmatrix} \frac{0,75 - 0}{0,75 - 0,5} \\ \frac{0,75 - 0}{0,75 - 0,5} \end{bmatrix} = [-]$$

$$x_3 = \frac{0,75 \left( \frac{0,75 \cdot 25 - 0,5 \cdot 18}{0,75 - 0,5} - 25 \right)}{\frac{0,75 \cdot 25 - 0,5 \cdot 18}{0,75 - 0,5} - 9}$$

$$x_3 = \frac{0,75 \cdot 14}{38 - 9}$$

$$x_3 = 0,33$$

Ампер  $x_3 = 0,33$

Задача 14  
Потери

$$I \sim P_{\text{св}}$$

$P_{\text{св}} \sim r^2$  (вспучивание приращивания свеча)

$P_{\text{св}} \sim r$  (вспучивание приращивания свеча от максимума)

Потери  $I$  будут минимальны при  $P_{\text{св}} \sim r^2 \Rightarrow$  при освещении

маленькой линзой (1)

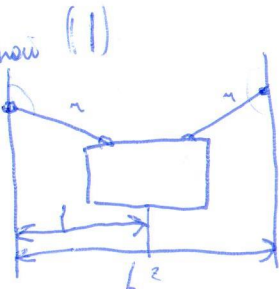
$$L = 12 \text{ м}$$

$$I = 8 \text{ мА}$$

$$I' = 19 \text{ мА}$$

$$I \sim P_{\text{св}}$$

$$l = ?$$



Задача

$$1) \text{ При } l = \frac{L}{2}, I = 8 \text{ А}$$

$$I_1 = I_2 = 4 \text{ А}$$

$$2) I \sim P_{\text{св}} (\text{но } r \text{ не } \text{св})$$

$$P_{\text{св}} \sim r^2 (\text{линейная}) \Rightarrow I \sim r^2$$

$r \sim l$  (свучивание и уменьшение расстояния)

$$I \sim l^2 \Rightarrow I = \beta l^2$$

$$4) I_1 + I_2 = I' = 19 \text{ мА}$$

$$I = \beta l^2$$

$$3) \text{ Из п. 1 и 2 } \Rightarrow$$

$$\left( \frac{L}{2} \right)^2 \beta = \frac{I}{2}$$

$$\frac{L^2 \beta}{4} = 4 \Rightarrow \beta = \frac{16}{L^2}$$

$$5) \text{ Из п. 4 и 5 } \Rightarrow$$

$$\beta l^2 + \beta (L - l)^2 = 19$$

$$\beta = \frac{16}{L^2}$$

$$L = 12$$

$$\begin{cases} \frac{16l^2}{L^2} + \frac{16}{L^2}(L^2 - 2Ll + l^2) = 18 \\ \beta = \frac{16}{L^2} \\ L = 12 \end{cases}$$

$$\frac{1}{9}l^2 + \frac{144}{9} - \frac{16 \cdot l \cdot 2}{12} + \frac{1}{9}l^2 = 19$$

$$\frac{2}{9}l^2 - \frac{8}{3}l - 3 = 0 \quad | \cdot 9$$

$$2l^2 - 24l - 27 = 0$$

$$D = 576 + 8 \cdot 27 = 792$$

$$\begin{cases} l = \frac{24 \pm \sqrt{792}}{4} \\ l = \frac{24 - \sqrt{792}}{4} \end{cases} \quad \begin{cases} l = \frac{12 + 3\sqrt{22}}{2} \\ l = \frac{12 - 3\sqrt{22}}{2} \end{cases} \Rightarrow l = \frac{12 + 3\sqrt{22}}{2}$$

$l > 0$

Ответ:  $\frac{12 + 3\sqrt{22}}{2}$

Задача № 2 (Задача)

$$t_c = ?$$

$$\tau = 3 \cdot 60 = 180 \text{ с}$$

$$\Delta t = 0,3^\circ\text{C}$$

$$t_0 = 25^\circ\text{C}$$

$$t_1 = 7^\circ\text{C}$$

$$t_0' = 27^\circ\text{C}$$

$$\Delta t' = 0,5^\circ\text{C}$$

$$\tau' = ?$$

П.а. Синтезаторы взяли из холодильника, в котором вода была в состоянии  
плавания замерзшая, но незамерзшая, но температура плавления воды  $t_c = 0^\circ\text{C}$

$$1) P_1 = K(t_0 - t_c) \quad \text{--- мощность нагрева синтезаторов}$$

$$Q_1 = C \Delta t, \text{ где } C - \text{теплоемкость синтезаторов}$$

$$\text{① } Q_1 = P_1 \tau = K(t_0 - t_c) \tau = C \Delta t$$

$$2) P_2 = K(t_0' - t_c)$$

$$Q_2 = C \Delta t'$$

$$\text{② } Q_2 = P_2 \tau' = K(t_0' - t_c) \tau' = C \Delta t'$$

Задаем уравн. 1 и 2 друг на друга

$$\frac{K(t_0 - t_c) \tau}{K(t_0' - t_c) \tau'} = \frac{C \Delta t}{C \Delta t'}$$

$$\frac{(t_0 - t_c) \tau}{(t_0' - t_c) \tau'} = \frac{\Delta t}{\Delta t'}$$

$$\tau' = \frac{(t_0 - t_c) \tau \Delta t'}{(t_0' - t_c) \Delta t}$$

$$[\tau'] = \left[ \frac{25 - 0}{27 - 0} \right] = [C]$$

$$\tau' = \frac{25 \cdot 180 \cdot 0,5}{20 \cdot 0,3}$$

$$\tau' = 375 \text{ с} = 6,25 \text{ мин.}$$

$$4 < \sqrt{22} < 5$$

$$12 < 3\sqrt{22} < 15$$

$$3\sqrt{22} > 12$$

15

Задача 2 (напряж.)

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{(t_m - 5) 2k}{\rho(12 - t_m)} = 1 \Rightarrow (t_m - 5) 2 = 12 - t_m$$

$$2t_m - 10 = 12 - t_m$$

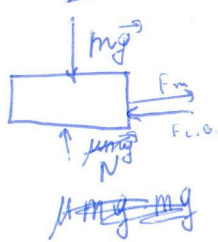
$$3t_m = 22$$

$$t_m = \frac{22}{3} \approx 7,33^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{вн}} \approx 7,33^\circ\text{C}$$

Задача 1 (Тепло)

П.п. при увеличении коэф. трения колес, увеличивается скорость вращения  $\omega_{\text{кол}}$ , и соответственно увеличивается сила сопротивления воздуха, при последнем увеличении  $\omega_{\text{кол}}$  она достигает своего возможного максимума т.е. если дальше повышать коэф. трения и силу вращения, она будет ~~застывать~~ силой сопротивления воздуха



Задача

$$a_{\text{max}} = 0,32 \text{ м/с}^2$$

$$\tilde{\omega}_{\text{max}} = 1,5 \text{ рад/с}^2$$

$$\tilde{\omega}_{\text{max}} = 3 \text{ рад/с}$$

$$F_{c.o.} \sim \tilde{\omega}^2$$

$$F_{\text{тр.}} \sim \tilde{\omega}$$

$$\tilde{\alpha}_{\text{max}}$$

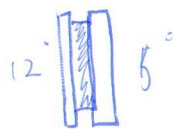
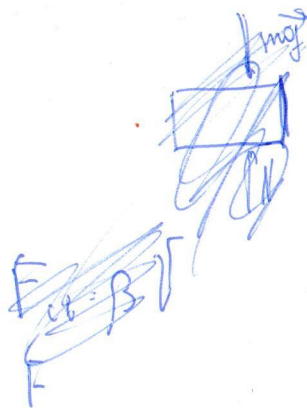
$$m a_{\text{max}} = \mu m g - \gamma \tilde{\omega}$$

$$a_{\text{max}} = \frac{\mu m g - \gamma \tilde{\omega}}{m} = \mu g - \frac{\gamma \tilde{\omega}}{m}$$

$$m \tilde{a}_{\text{max}} = \mu m g - \beta \tilde{\omega}^2 - \gamma \tilde{\omega}$$

$$\tilde{a}_{\text{max}} = \mu g - \frac{\gamma \tilde{\omega}}{m} - \frac{\beta \tilde{\omega}^2}{m}$$

$$\tilde{a}_{\text{max}} = \mu g - \frac{\gamma \tilde{\omega}}{m} - \frac{\beta \tilde{\omega}^2}{m}$$



$$\begin{aligned}
 t_c &= 0^\circ\text{C} \\
 \Delta t &= 0,3^\circ\text{C} \\
 \tau &= 3 \cdot 60 = 180\text{s} \\
 t_0 &= 25^\circ\text{C} \\
 t_1 &= 4^\circ\text{C} \\
 t_0' &= 27^\circ\text{C} \\
 \Delta t' &= 0,5^\circ\text{C} \\
 \varphi_{1,2} &= !
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 B \quad P_1 &= \\
 P_2 &= \\
 P_1 &= K(t_0 - t_c) \\
 Q &= C \Delta t = P_1 \tau \\
 C \Delta t &= K(t_0 - t_c) \tau \\
 P_2 &= K(t_0' - t_1) \\
 Q &= C \Delta t' = K(t_0' - t_1) \tau' \\
 \frac{\Delta t}{\Delta t'} &= \frac{(t_0 - t_c) \tau}{(t_0' - t_1) \tau'}
 \end{aligned}$$

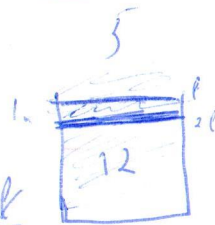
$$\frac{25 - 180 \cdot 0,5}{2 \cdot 0,3} = \frac{25 \cdot 180 \cdot 5}{2 \cdot 3} = 25 \cdot 15 =$$

$$\begin{array}{r}
 25 \\
 \times 15 \\
 \hline
 125 \\
 375 \\
 \hline
 375
 \end{array}$$

$$\begin{aligned}
 375 &= 5^3 \cdot 3 \\
 375 &= 5 \cdot 2 \cdot 3 \\
 \frac{375}{3 \cdot 2 \cdot 3} &= \frac{25}{4} = \\
 &= 6,25
 \end{aligned}$$

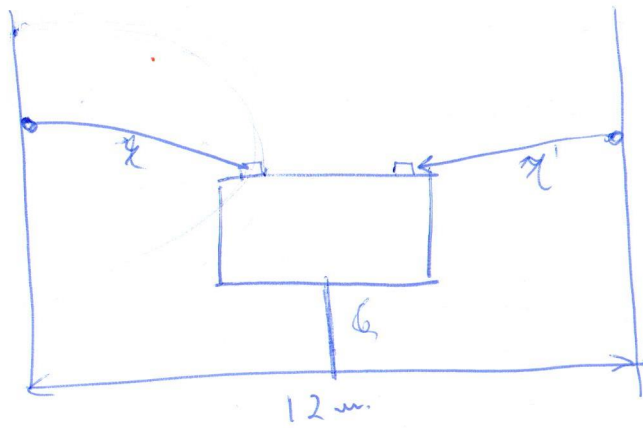
$$P = K \frac{t_1 - t_2}{l}$$

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{(t_m - 5) 2l}{A(12 - t_m)}$$



$$\begin{aligned}
 2(t_m - 5) &= 12 - t_m \\
 3t_m &= 22 \\
 t_m &= \frac{22}{3}
 \end{aligned}$$





$$\gamma_1 \sim p \sim \gamma^2$$

$$\gamma_1 \sim \gamma^2$$

$$\frac{\gamma_1}{\gamma_2} = \frac{1^2}{\gamma^2}$$



$$\frac{\gamma_1}{\gamma_2} = \frac{\gamma^2}{\gamma^2}$$

$$\gamma \gamma \cong \frac{L}{2}$$

$$\frac{5}{2} \frac{\gamma}{\gamma}$$

$$\gamma_1 = d \gamma^2$$

$$\gamma = \beta \frac{1}{l^2}$$

$$6\beta = 4$$

$$\beta = \frac{4}{30} = \frac{1}{8}$$

$$\beta = \frac{1}{\gamma^2}$$

$$\beta = \frac{4}{30} = \frac{1}{8}$$

$$\begin{array}{r} 482 \\ 396 \\ 198 \\ 99 \\ 11 \end{array} \begin{array}{l} 2 \\ 2 \\ 2 \\ 3 \\ 3 \end{array}$$

$$198 \mid 22$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 24 \\ 24 \\ 96 \\ 48 \\ 54 \\ 21 \\ 492 \end{array}$$

$$\frac{144}{46}$$

$$\frac{198}{18}$$

$$198 = 2 \cdot 9 \cdot 11$$

$$\sqrt{198} = 3\sqrt{22}$$

$$\left(\frac{L}{2}\right)^2 \beta = 1$$

$$\beta = \frac{L^2 \beta}{4} = 1$$

$$L^2 \beta = 16$$

$$\beta = \frac{16}{36} = \frac{4}{9}$$

$$\frac{32}{144} = \frac{2}{9}$$

$$\frac{32}{12} = \frac{8}{3}$$

$$24 \cdot 2 = 54$$

$$4 < \sqrt{22} < 5$$

$$\left[ \begin{array}{l} l = \frac{12 + \sqrt{198}}{2} \\ 1 = \frac{12 - \sqrt{198}}{2} \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} 12 < 3\sqrt{22} < 15 \\ 12 < 3\sqrt{22} + 12 < 27 \end{array}$$

$$\beta l^2 + \beta (L - l)^2 = 19$$

$$\frac{L^2 \beta}{4} = 4 \Rightarrow \beta = \frac{16}{L^2}$$

$$\beta l^2 + \beta (L - l)^2 = 19$$

$$\beta l^2 + \beta (L^2 - 2Ll + l^2) = 19$$

$$\beta l^2 + 2\beta l^2 - 2\beta L l = 19$$

$$16 + \frac{32l^2}{L^2} - \frac{32Ll}{L^2} = 19$$

$$16 + \frac{2}{9}l^2 - \frac{8}{3}l = 19$$

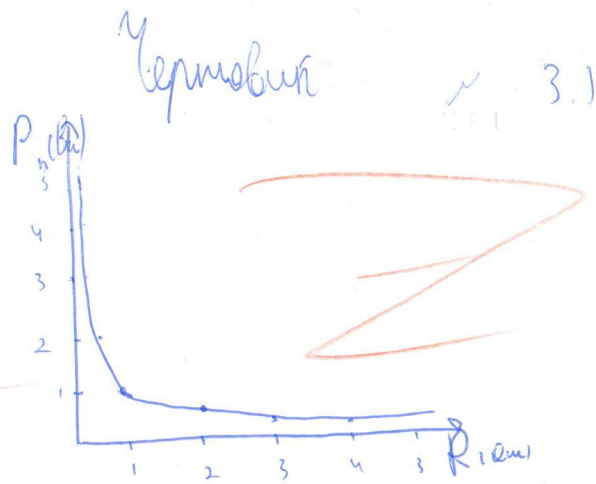
$$\frac{2}{9}l^2 - \frac{8}{3}l - 3 = 0 \quad | \cdot 9$$

$$2l^2 - 24l - 27 = 0$$

$$D = 144 + 54 = 198$$



$$P_n = \frac{U^2}{R}$$



$$t_1 = 25^\circ\text{C}$$

$$X_1 = 0,15$$

$$t_2 = 18^\circ\text{C}$$

$$X_2 = 0,5$$

$$t_3 = 9^\circ\text{C}$$

$$X_3 = ?$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{t_1 - t_m}{t_2 - t_m} \quad / 3.2$$

$$R \sim X$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{X_1}{X_2}$$

$$P = j^2 R, \quad j = \text{const (magnetic core)}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{X_1}{X_2}, \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{t_m - t_1}{t_m - t_2}$$

$$\frac{1 \cdot 3}{4 \cdot 2} = \frac{21}{2} = \frac{X_1}{X_2} = \frac{t_m - t_1}{t_m - t_2}$$

$$X_1 t_m - X_1 t_2 = t_m X_2 - t_2 X_2$$

$$t_m (X_1 - X_2) = X_1 t_2 - X_2 t_1$$

$$t_m = \frac{X_1 t_2 - X_2 t_1}{X_1 - X_2}$$

$$\frac{25}{400} = \frac{1}{28}$$

$$\frac{0,25}{4} = \frac{25}{400} = \frac{1}{28}$$

$$\frac{21 \cdot 7}{2 \cdot 30} = \frac{4}{20} = \frac{35}{100} = 0,35$$

дана:  $t_1 = 25$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{t_m - t_1}{t_m - t_2}$$

$$\frac{P_1}{P_3} = \frac{t_m - t_1}{t_m - t_3}$$

$$X_1 t_m - X_1 t_3 = X_3 t_m - X_3 t_1$$

$$X_3 = \frac{X_1 (t_m - t_3)}{t_m - t_1} = \frac{X_1 \left( \frac{X_1 t_2 - X_2 t_1}{X_1 - X_2} - t_3 \right)}{t_m - t_1}$$

$$X_3 = \frac{X_1 \left( \frac{X_1 t_2 - X_2 t_1}{X_1 - X_2} - t_3 \right)}{\frac{X_1 t_2 - X_2 t_1}{X_1 - X_2} - t_1}$$

$$\frac{0,15 \cdot 30}{30 - 25} =$$

$$X_3 =$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{t_m - t_1}{t_m - t_2}$$

$$R X_1 t_m = X_1 t_2 = X_2 t_m - X_2 t_1$$

$$t_m (X_1 - X_2) = X_1 t_2 - X_2 t_1$$

$$P = K \Delta T \rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} \quad t_m = \frac{X_1 t_2 - X_2 t_1}{X_1 - X_2}$$

$$\frac{3}{2} = \frac{21}{14}$$

$$= \frac{12,5 - 12,8}{0,25} = 4$$

$$12,5 + 6,25 = 18,75$$

$$18,75$$

$$18,75 \cdot 4 = 35$$

$$\frac{35}{4} = \frac{35}{4}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

B

$$35 - 25 = 10$$

$$\frac{90}{35 \cdot 4}$$

Handwritten mark resembling a stylized 'Z' or '3'.